

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-233917

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/09
G02B 7/28
G11B 7/125

(21)Application number : 2002-304864

(71)Applicant :

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 18.10.2002

(72)Inventor :

YASUDA AKIHIRO
KADOWAKI SHINICHI
SANO AKIMASA
KUZE YUICHI

(30)Priority

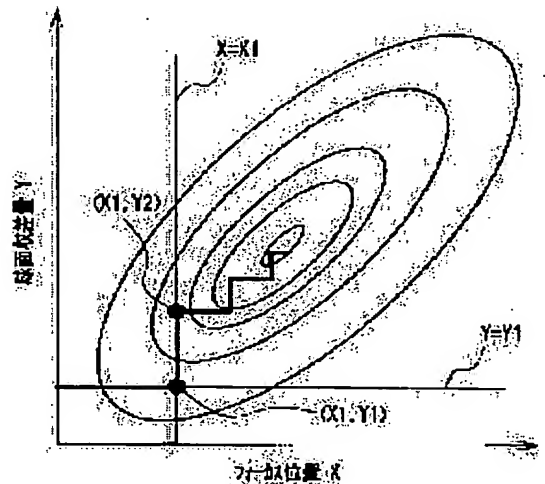
Priority number : 2001373682 Priority date : 07.12.2001 Priority country : JP

(54) OPTICAL INFORMATION PROCESSOR AND METHOD FOR OPTICAL INFORMATION PROCESSING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical information processor and a method for optical information processing which are excellent in the quality of a signal reproduced from an optical disk.

SOLUTION: The optical information processor comprises an optical head which irradiates an optical information recording medium with light, converts the light reflected by the optical information recording medium into a head signal, and outputs it, a signal quality index detector which detects a signal quality index representing the quality of the head signal according to the head signal outputted from the optical head, and a two-dimensional probe which probes a focus position where the value of the signal quality index detected by the signal quality index detector becomes optimum and a spherical aberration quantity by varying the focus position of the light irradiating the optical information recording medium and the spherical aberration quantity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-233917

(P2003-233917A)

(43) 公開日 平成15年 8 月22日 (2003. 8. 22)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マ-ト*(参考)

G 1 1 B 7/09

G 1 1 B 7/09

B 2 H 0 5 1

G 0 2 B 7/28

7/125

B 5 D 1 1 8

G 1 1 B 7/125

G 0 2 B 7/11

L 5 D 7 8 9

N

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2002-304864(P2002-304864)

(71) 出願人 000005821

(22) 出願日 平成14年10月18日 (2002. 10. 18)

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(31) 優先権主張番号 特願2001-373682(P2001-373682)

(72) 発明者 安田 昭博

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(32) 優先日 平成13年12月 7 日 (2001. 12. 7)

(72) 発明者 門脇 慎一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(74) 代理人 110000040

特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ

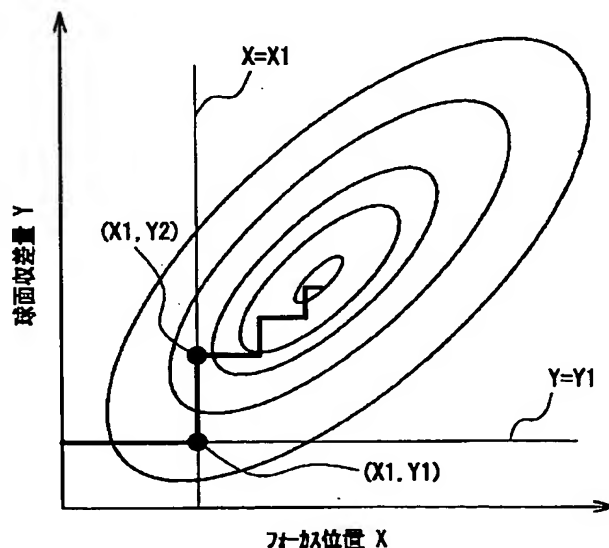
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報処理装置および光情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】 光ディスクから再生した再生信号の品質が良好な光情報処理装置および光情報処理方法を提供する。

【解決手段】 光情報処理装置は、光情報記録媒体へ光を照射し、前記光情報記録媒体によって反射された前記光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッドと、前記光ヘッドから出力された前記ヘッド信号に基づいて前記ヘッド信号の品質を表す信号品質指標を検出する信号品質指標検出器と、前記光情報記録媒体へ照射される前記光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、前記信号品質指標検出器によって検出された前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する2次元探索器とを具備することを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光情報記録媒体へ光を照射し、前記光情報記録媒体によって反射された前記光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッドと、

前記光ヘッドから出力された前記ヘッド信号に基づいて前記ヘッド信号の品質を表す信号品質指標を検出する信号品質指標検出器と、

前記光情報記録媒体へ照射される前記光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、前記信号品質指標検出器によって検出された前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する2次元探索器とを具備することを特徴とする光情報処理装置。

【請求項2】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索器と、

前記球面収差量を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量を探索する球面収差量探索器とを有している、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項3】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置探索器による前記フォーカス位置の探索と前記球面収差量探索器による前記球面収差量の探索とを交互に繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項2記載の光情報処理装置。

【請求項4】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義し、前記変数 X における範囲 ΔX 内の n 個(n は2以上の整数)の値を X_i (i は1以上 n 以下の整数)とし、前記変数 Y における範囲 ΔY 内の m 個(m は2以上の整数)の値を Y_j (j は1以上 m 以下の整数)としたときに、

各々の点(X_i, Y_j)における前記信号品質指標の値を比較することによって、前記信号品質指標の値が最適となる点(X_a, Y_b)を探索し、

範囲 ΔX と範囲 ΔY とを小さくしながら点(X_a, Y_b)の周りにおいて前記探索を繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを求める、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項5】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定の球面収差量 Y_1 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 を探索し、

所定の球面収差量 Y_2 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_2 を探索し、

点(X_1, Y_1)と点(X_2, Y_2)とを結ぶ直線 $Y =$

$(Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項6】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定のフォーカス位置 X_1 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_1 を探索し、

所定のフォーカス位置 X_2 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_2 を探索し、

点(X_1, Y_1)と点(X_2, Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項7】 前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探索し、

点(X_1, Y_1)を通る傾き $-1/a$ の直線 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項8】 前記光情報記録媒体へ照射される光の波長を λ とし、開口数を NA とすると、前記波長 λ は390ナノメートル(nm)以上420ナノメートル以下であり、前記開口数 NA は約0.85であり、前記傾き a の値は $0.1 \lambda_{rms} / \mu m$ 以上 $0.3 \lambda_{rms} / \mu m$ 以下である、請求項7記載の光情報処理装置。

【請求項9】 前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、ジッタであり、前記2次元探索器は、前記ジッタの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項10】 前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、エラーレートであり、前記2次元探索器は、前記エラーレートの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項11】 前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、再生信号の振幅であり、前記2次元探索器は、前記再生信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項12】 前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、トラッキング誤差信号の振幅であり、

前記2次元探索器は、前記トラッキング誤差信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項13】 前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、ウオブル信号の振幅であり、

前記2次元探索器は、前記ウオブル信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項14】 前記光ヘッドは、前記光情報記録媒体に光を照射して試験的な情報を記録し、

前記光情報記録媒体によって反射された前記光から変換された前記ヘッド信号は、前記試験的な情報を再生することによって得られる信号である、請求項1記載の光情報処理装置。

【請求項15】 前記信号品質指標は、フォーカス誤差信号とトラッキング誤差信号とを含んでおり、

前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索器と、

前記球面収差量を変化させることによって、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量を探索する球面収差量探索器とを有しており、

前記光ヘッドは、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量、および前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置において前記試験的な情報を前記光情報記録媒体へ記録する、請求項14記載の光情報処理装置。

【請求項16】 光情報記録媒体へ光を照射し、前記光情報記録媒体によって反射された前記光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッド信号出力工程と、

前記光ヘッド信号出力工程において出力された前記ヘッド信号に基づいて前記ヘッド信号の品質を表す信号品質指標を検出する信号品質指標検出工程と、

前記光情報記録媒体へ照射される前記光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、前記信号品質指標検出工程によって検出された前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する2次元探索工程とを包含することを特徴とする光情報処理方法。

【請求項17】 前記2次元探索工程は、前記フォーカ

ス位置を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索工程と、

前記球面収差量を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量を探索する球面収差量探索工程とを有している、請求項16記載の光情報処理方法。

【請求項18】 前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置探索工程による前記フォーカス位置の探索と前記球面収差量探索工程による前記球面収差量の探索とを交互に繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項17記載の光情報処理方法。

【請求項19】 前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義し、前記変数 X における範囲 ΔX 内の n 個(n は2以上の整数)の値を X_i (i は1以上 n 以下の整数)とし、前記変数 Y における範囲 ΔY 内の m 個(m は2以上の整数)の値を Y_j (j は1以上 m 以下の整数)としたときに、各々の点(X_i, Y_j)における前記信号品質指標の値を比較することによって、前記信号品質指標の値が最適となる点(X_a, Y_b)を探索し、

範囲 ΔX と範囲 ΔY とを小さくしながら点(X_a, Y_b)の周りにおいて前記探索を繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを求める、請求項16記載の光情報処理方法。

【請求項20】 前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定の球面収差量 Y_1 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 を探索し、

所定の球面収差量 Y_2 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_2 を探索し、

点(X_1, Y_1)と点(X_2, Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項16記載の光情報処理方法。

【請求項21】 前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定のフォーカス位置 X_1 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_1 を探索し、

所定のフォーカス位置 X_2 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適

となる球面収差量 Y_2 を探査し、
点 (X_1, Y_1) と点 (X_2, Y_2) とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 22】 前記 2 次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、

所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探索し、

点 (X_1, Y_1) を通る傾き $-1/a$ の直線 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 23】 前記光情報記録媒体へ照射される光の波長を λ とし、開口数を NA とすると、前記波長 λ は 390 ナノメートル (nm) 以上 420 ナノメートル以下であり、前記開口数 NA は約 0.85 であり、前記傾き a の値は $0.1 \lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以上 $0.3 \lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以下である、請求項 22 記載の光情報処理方法。

【請求項 24】 前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、ジッタであり、前記 2 次元探索工程は、前記ジッタの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 25】 前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、エラーレートであり、前記 2 次元探索工程は、前記エラーレートの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 26】 前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、再生信号の振幅であり、前記 2 次元探索工程は、前記再生信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 27】 前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、トラッキング誤差信号の振幅であり、前記 2 次元探索工程は、前記トラッキング誤差信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 28】 前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、ウオブル信号の振幅であ

り、
前記 2 次元探索工程は、前記ウオブル信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索する、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 29】 前記光情報記録媒体には、試験的な情報が記録されており、

前記光情報記録媒体によって反射された前記光から変換された前記ヘッド信号は、前記試験的な情報を再生することによって得られる信号である、請求項 16 記載の光情報処理方法。

【請求項 30】 前記信号品質指標は、フォーカス誤差信号とトラッキング誤差信号とを含んでおり、

前記 2 次元探索工程は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索工程と、

前記球面収差量を変化させることによって、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量を探索する球面収差量探索工程とを有しており、

前記光ヘッド信号出力工程の前に、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量、および前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置において前記試験的な情報を前記光情報記録媒体へ記録する光ヘッド記録工程をさらに包含する、請求項 29 記載の光情報処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光情報記録媒体へ光を照射し、光情報記録媒体によって反射された光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッドを備えた光情報処理装置および光情報処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 DVD (Digital Versatile Disk) と呼ばれる光ディスクが、高密度、大容量の光情報記録媒体として市販されている。このような光ディスクは、画像、音楽、コンピュータデータを記録する記録媒体として、最近急速に普及しつつある。近年、記録密度をより一層高めた次世代の光ディスクの研究が各所で進められている。次世代光ディスクは、現在主流の VTR (Video Tape Recorder) のビデオテープに替わる記録媒体として期待され、急ピッチで開発が進められている。

【0003】 光ディスクの記録密度を高める手段として、光ディスクに形成された記録面に形成されるスポットを小さくする方法がある。光ヘッドから照射される光の開口数を大きくし、照射される光の波長を短くすることによって、光ディスクに形成された記録面に形成されるスポットを小さくすることができる。

【0004】 しかしながら、光ヘッドから照射される光の開口数を大きくし、照射される光の波長を短くする

10

20

30

40

50

と、光ディスクに形成された保護層の厚みの誤差に起因して生じる球面収差量が急激に増大する。従って、球面収差量を補正する手段を設けることが不可欠になる。以下、球面収差量を補正する手段を設けた従来の光情報処理装置を説明する。

【0005】図15は従来の光情報処理装置90の構成を示すブロック図であり、図16は従来の光情報処理装置90に設けられた光ヘッド5の構成を説明するためのブロック図である。光情報処理装置90は、光ヘッド5を備えている。光ヘッド5には、半導体レーザ123が設けられている。半導体レーザ123から出射した光束122は、プリズム124を通り抜けて、集光レンズ13によってコリメートされ、実質的に平行な光束となる。

【0006】集光レンズ13によってコリメートされた光束は、球面収差量補正装置7に設けられた凹レンズおよび凸レンズを通り抜けて、ミラー14によって反射される。ミラー14によって反射された光束は、対物レンズ9によって収束され、光ディスク6に形成された記録面上にスポットを形成し、記録面によって反射される。記録面によって反射された反射光33は、再び対物レンズ9を通り抜け、ミラー14によって反射され、球面収差量補正装置7を通り抜け、集光レンズ13によって絞られる。集光レンズ13によって絞られた反射光33は、プリズム124によって反射され、球面収差量を検出するために設けられたホログラム115とフォーカス位置を検出するために設けられたシリンダカルレンズ116とを通り抜けて、光検出器117に入射する。

【0007】光検出器117は、入射した反射光33に基づいてヘッド信号を生成し、プリアンプ18へ出力する。プリアンプ18は、光ヘッド5に設けられた光検出器117から出力されたヘッド信号に基づいて、非点収差法に従ってフォーカス誤差信号FEを生成して出力する。また、特表2001-507463号公報において開示されているように、反射光33の内周部分のフォーカス誤差信号と外周部分のフォーカス誤差信号とを個別に検出し、両者の間の差に基づいてプリアンプ18は球面収差量誤差信号SAEを生成して出力する。

【0008】プリアンプ18から出力されたフォーカス誤差信号FEは、スイッチ28を介して信号振幅計測器20へ入力される。信号振幅計測器20はフォーカス誤差信号FEの振幅を計測して、その結果を検出信号FE_{pp}として振幅最大探査器21へ出力する。振幅最大探査器21は、検出信号FE_{pp}の振幅が最大となるように球面収差量補償信号ΔSAEを加算器26へ出力する。

【0009】振幅最大探査器21は、検出信号FE_{pp}を評価値として用い、検出信号FE_{pp}が最大となるように球面収差量を探査する。このような最適な球面収差量を探査する方法としては、例えば、球面収差量補償信号ΔSAEを微小変化させて球面収差量を微小増減させ、そ

のときの検出信号FE_{pp}の振幅の増減を調べ、検出信号FE_{pp}が増える方向に向かって球面収差量補償信号ΔSAEを変化させる方法を用いることができる。

【0010】スイッチ27はオフの状態になっているために、加算器26は、振幅最大探査器21から出力された球面収差量補償信号ΔSAEを球面収差量制御器12へ出力する。球面収差量制御器12は、光ヘッド5の球面収差量補正装置7に設けられた2枚のレンズの間隔を変えて光束の発散度合いを変化させ、光ディスク6に形成された保護層の厚み誤差に起因して生じる球面収差量を補正するために、加算器26から出力された球面収差量補償信号ΔSAEに基づいて、光ヘッド5の球面収差量補正装置7に設けられた球面収差量補正アクチュエータ8へ制御信号を出力する。

【0011】プリアンプ18は、光ヘッド5から出力されたヘッド信号を増幅して、再生信号RFを生成しジッタ検出器4へ出力する。ジッタ計測器4は、プリアンプ18から出力された再生信号RFのジッタを計測して、その結果をジッタ検出信号JTとして最小ジッタ探査器91へ出力する。

【0012】ここでジッタとは、再生信号における情報遷移の時間的ずれを表す物理量を言う。ジッタは、光ディスクから情報を読み取ったときに誤りが起きる確率を示すエラーレートと密接に関連する。このため、ジッタは、光情報処理装置における制御の評価値として用いられる。

【0013】最小ジッタ探査器91は、前述した振幅最大探査器21と同様な方法を用いてジッタの値が最小となるフォーカス位置を探査し、フォーカス位置補償信号ΔFEを加算器25へ出力する。スイッチ28は、加算器25の方に切り替わり、プリアンプ18から出力されたフォーカス誤差信号FEは加算器25に出力される。加算器25は、プリアンプ18から出力されたフォーカス誤差信号FEと、最小ジッタ探査器91から出力されたフォーカス位置補償信号ΔFEとを加算して、その結果をフォーカス制御器11へ出力する。フォーカス制御器11は、加算器25から出力された加算結果に基づいて、光ヘッド5に設けられたフォーカスアクチュエータ10へ制御信号を出力する。フォーカスアクチュエータ10は、フォーカス制御器11から出力された制御信号に基づいて、光ディスク6上に収束する光束のフォーカス位置を制御するように、光ディスク6に垂直な方向に沿って対物レンズ9を駆動する。このようにして、フォーカス制御が実行される。

【0014】そして、スイッチ27がオフからオンの状態に変わる。振幅最大探査器21は、フォーカス制御の実行前に記憶していたフォーカス誤差信号FEの振幅が最大となる球面収差量補償信号ΔSAEを加算器26へ出力する。加算器26は、プリアンプ18から出力された球面収差量誤差信号SAEと、振幅最大探査器21か

ら出力された球面収差量補償信号 ΔSAE とを加算して、その結果を球面収差量制御器12に出力する。球面収差量制御器12は、加算器26から出力された加算結果に基づいて、光ヘッド5の球面収差量補正装置7に設けられた球面収差量補正アクチュエータ8へ制御信号を出力する。球面収差量補正アクチュエータ8は、球面収差量制御器12から出力された制御信号に基づいて、光ディスク6に形成された保護層の厚み誤差に起因して生じる球面収差量を補正するために、球面収差量補正装置7に設けられた2枚のレンズの間隔を変えて光束の発散度合いを変化させる。

【0015】従来の技術による光ディスク装置では、このようにして、まず、球面収差量を補正し、次に、ジッタの値が最小となるフォーカス位置を探索していた。

【0016】

【特許文献1】特表2001-507463号公報

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述したように構成された従来の光情報処理装置では、ジッタが必ずしも最小の値に収束しないおそれがあることが、本発明者らの最近の研究により判明した。

【0018】図17(a)～図17(c)は、波面収差と光束の中心からの距離との間の関係を示すグラフである。横軸は光ヘッド5が光ディスク6へ照射する光束の中心からの距離を示しており、縦軸は波面収差を示している。波面収差は、ジッタと密接に関連するために、光ヘッドの光学的性能を評価するために使用される。

【0019】図17(a)は、光ディスクの表面に垂直な方向に沿って、光ディスクに形成された記録面から多少ずれたところに光束のフォーカス位置がある場合における光束の中心からの距離と波面収差との間の関係を示している。図17(a)に示すように、光束のフォーカス位置が記録面からずれた場合における光束の中心からの距離と波面収差との間の関係を示す曲線は、2次曲線となっている。

【0020】図17(b)は、図17(a)のようにフォーカス位置が記録面からずれた場合において球面収差量補正装置7によって球面収差を20mλだけ付与したときの光束の中心からの距離と波面収差との間の関係を示している。図17(b)に示す曲線から明らかなように、総合的な波面収差量は、図17(a)に示す総合的な波面収差量よりも増加していることがわかる。

【0021】図17(c)は、図17(a)のように光束のフォーカス位置が記録面からずれた場合において球面収差量補正装置7によって球面収差を-20mλだけ付与したときの光束の中心からの距離と波面収差との間の関係を示している。図17(c)に示す曲線から明らかなように、総合的な波面収差量は、図17(a)に示す総合的な波面収差量よりも減少していることがわかる。

【0022】このように、同じ絶対値の球面収差を付与しても、総合的な波面収差量は、図17(b)の場合は増加し、図17(c)の場合は減少する。これはフォーカス位置と球面収差量とは互いに影響を受け合っており、フォーカス位置と球面収差量とは、ジッタに対して独立していないことを意味する。

【0023】前述した従来の光情報処理装置では、まず、フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量を探索し、次に、ジッタの値が最小となるフォーカス位置を探索するというように、球面収差量の探索とフォーカス位置の探索とを独立に行っている。

【0024】しかしながら前述したように、フォーカス位置と球面収差量とは共にジッタに影響を与えることから、フォーカス位置と球面収差量とを互いに独立に探索すると、初期のフォーカス位置および初期の球面収差量に依存して、探索における収束結果が異なるおそれがある。その結果、ジッタが真の最小値となる探索結果を必ずしも得ることができないおそれがある。探索した結果のジッタの値が真の最小値からずれていると、再生信号の品質が劣化するという問題が発生する。また、光ディスクに記録された記録情報、アドレス情報を正常に読みとることができないおそれもある。さらに、光ディスクへの記録の際は光束のスポットが広がった状態において記録することになるため、情報を正確に記録することができなくなるおそれがある。

【0025】本発明は係る問題を解決するためになされたものであり、その目的は、光ディスクから再生した再生信号の品質が良好な光情報処理装置および光情報処理方法を提供することにある。

【0026】

【課題を解決するための手段】係る目的を達成するために本発明に係る光情報処理装置は、光情報記録媒体へ光を照射し、前記光情報記録媒体によって反射された前記光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッドと、前記光ヘッドから出力された前記ヘッド信号に基づいて前記ヘッド信号の品質を表す信号品質指標を検出する信号品質指標検出器と、前記光情報記録媒体へ照射される前記光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、前記信号品質指標検出器によって検出された前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する2次元探索器とを具備することを特徴とする。

【0027】本明細書において信号品質指標とは、光情報記録媒体によって反射された光から光ヘッドによって変換されたヘッド信号の品質を表す指標をいう。信号品質指標には、例えば、ジッタ、エラーレート、再生信号の振幅、トラッキング誤差信号の振幅、フォーカス誤差信号の振幅およびウォブル信号の振幅が含まれる。

【0028】本発明に係る光情報処理方法は、光情報記録媒体へ光を照射し、前記光情報記録媒体によって反射

された前記光をヘッド信号に変換して出力する光ヘッド信号出力工程と、前記光ヘッド信号出力工程において出力された前記ヘッド信号に基づいて前記ヘッド信号の品質を表す信号品質指標を検出する信号品質指標検出工程と、前記光情報記録媒体へ照射される前記光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、前記信号品質指標検出工程によって検出された前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索する2次元探索工程とを包含することを特徴とする。

【0029】

【発明の実施の形態】本実施の形態に係る光情報処理装置においては、光情報記録媒体へ照射される光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、信号品質指標検出器によって検出された信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを2次元探索器が探索する。このため、光情報記録媒体へ照射される光のフォーカス位置のみならず光情報記録媒体へ照射される光の球面収差量に基づいて信号品質指標の値を最適化することができる。その結果、光ヘッドから出力されるヘッド信号の品質を最適化することができる光情報処理装置を提供することができる。

【0030】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索器と、前記球面収差量を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量を探索する球面収差量探索器とを有していることが好ましい。

【0031】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置探索器による前記フォーカス位置の探索と前記球面収差量探索器による前記球面収差量の探索とを交互に繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0032】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義し、前記変数 X における範囲 ΔX 内の n 個(n は2以上の整数)の値を X_i (i は1以上 n 以下の整数)とし、前記変数 Y における範囲 ΔY 内の m 個(m は2以上の整数)の値を Y_j (j は1以上 m 以下の整数)としたときに、各々の点(X_i 、 Y_j)における前記信号品質指標の値を比較することによって、前記信号品質指標の値が最適となる点(X_a 、 Y_b)を探索し、範囲 ΔX と範囲 ΔY とを小さくしながら点(X_a 、 Y_b)の周りにおいて前記探索を繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを求めることが好ましい。

【0033】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_1 において前記フォーカス位置 X を

変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 を探索し、所定の球面収差量 Y_2 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_2 を探索し、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0034】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定のフォーカス位置 X_1 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_1 を探索し、所定のフォーカス位置 X_2 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_2 を探索し、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0035】前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探索し、点(X_1 、 Y_1)を通る傾き $-1/a$ の直線 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0036】前記光情報記録媒体へ照射される光の波長を λ とし、開口数を NA とすると、前記波長 λ は390ナノメートル(nm)以上420ナノメートル以下であり、前記開口数 NA は約0.85であり、前記傾き a の値は $0.1 \lambda_{rms} / \mu m$ 以上 $0.3 \lambda_{rms} / \mu m$ 以下であることが好ましい。

【0037】前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、ジッタであり、前記2次元探索器は、前記ジッタの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0038】前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、エラーレートであり、前記2次元探索器は、前記エラーレートの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0039】前記信号品質指標検出器によって検出され

る前記信号品質指標は、再生信号の振幅であり、前記2次元探索器は、前記再生信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0040】前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、トラッキング誤差信号の振幅であり、前記2次元探索器は、前記トラッキング誤差信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0041】前記信号品質指標検出器によって検出される前記信号品質指標は、ウオブル信号の振幅であり、前記2次元探索器は、前記ウオブル信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0042】前記光情報記録媒体には、試験的な情報が記録されており、前記光情報記録媒体によって反射された前記光から変換された前記ヘッド信号は、前記試験的な情報を再生することによって得られる信号であることが好ましい。

【0043】前記信号品質指標は、フォーカス誤差信号とトラッキング誤差信号とを含んでおり、前記2次元探索器は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索器と、前記球面収差量を変化させることによって、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量を探索する球面収差量探索器とを有しており、前記光ヘッドは、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量、および前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置において前記試験的な情報を前記光情報記録媒体へ記録することが好ましい。

【0044】本実施の形態に係る光情報処理方法においては、光情報記録媒体へ照射される光のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、信号品質指標検出工程によって検出された信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを2次元探索工程が探索する。このため、光情報記録媒体へ照射される光のフォーカス位置のみならず光情報記録媒体へ照射される光の球面収差量に基づいて信号品質指標の値を最適化することができる。その結果、光ヘッドから出力されるヘッド信号の品質を最適化することができる光情報処理方法を提供することができる。

【0045】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索工程と、前記球面収差量を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量を探索する球面収差量探索工程とを有していることが好ましい。

【0046】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置探索工程による前記フォーカス位置の探索と前記球面

収差量探索工程による前記球面収差量の探索とを交互に繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0047】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義し、前記変数 X における範囲 ΔX 内の n 個(n は2以上の整数)の値を X_i (i は1以上 n 以下の整数)とし、前記変数 Y における範囲 ΔY 内の m 個(m は2以上の整数)の値を Y_j (j は1以上 m 以下の整数)としたときに、各々の点(X_i 、 Y_j)における前記信号品質指標の値を比較することによって、前記信号品質指標の値が最適となる点(X_a 、 Y_b)を探索し、範囲 ΔX と範囲 ΔY とを小さくしながら点(X_a 、 Y_b)の周りにおいて前記探索を繰り返すことによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを求めることが好ましい。

【0048】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_1 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 を探索し、所定の球面収差量 Y_2 において前記フォーカス位置 X を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_2 を探索し、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0049】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定のフォーカス位置 X_1 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_1 を探索し、所定のフォーカス位置 X_2 において前記球面収差量 Y を変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となる球面収差量 Y_2 を探索し、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0050】前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変数 X 、前記球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ なる直線上において前記フォーカス位置 X と前記球面収差量 Y とを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探索し、点(X_1 、 Y_1)を通る傾き -1 ／

aの直線 $Y = -(X - X1) / a + Y1$ なる直線上において前記フォーカス位置Xと前記球面収差量Yとを変化させることによって、前記信号品質指標の値が最適となるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0051】前記光情報記録媒体へ照射される光の波長を λ とし、開口数をNAとすると、前記波長 λ は390ナノメートル(nm)以上420ナノメートル以下であり、前記開口数NAは約0.85であり、前記傾きaの値は $0.1\lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以上 $0.3\lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0052】前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、ジッタであり、前記2次元探索工程は、前記ジッタの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0053】前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、エラーレートであり、前記2次元探索工程は、前記エラーレートの値が最小になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0054】前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、再生信号の振幅であり、前記2次元探索工程は、前記再生信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0055】前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、トラッキング誤差信号の振幅であり、前記2次元探索工程は、前記トラッキング誤差信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0056】前記信号品質指標検出工程によって検出される前記信号品質指標は、ウオブル信号の振幅であり、前記2次元探索工程は、前記ウオブル信号の振幅の値が最大になるフォーカス位置と球面収差量とを探索することが好ましい。

【0057】前記光情報記録媒体には、試験的な情報が記録されており、前記光情報記録媒体によって反射された前記光から変換された前記ヘッド信号は、前記試験的な情報を再生することによって得られる信号であることが好ましい。

【0058】前記信号品質指標は、フォーカス誤差信号とトラッキング誤差信号とを含んでおり、前記2次元探索工程は、前記フォーカス位置を変化させることによって、前記トラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置を探索するフォーカス位置探索工程と、前記球面収差量を変化させることによって、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量を探索する球面収差量探索工程とを有しており、前記光ヘッド信号出力工程は、前記フォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量、および前記トラッキング誤差信号の振幅が最

大となるフォーカス位置において前記試験的な情報を前記光情報記録媒体へ記録することが好ましい。

【0059】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0060】図1は本実施の形態に係る光情報処理装置100の構成を示すブロック図であり、図2は光情報処理装置100に設けられた光ヘッド5の構成を説明するためのブロック図であり、図3は光情報処理装置100に設けられた最小ジッタ探索器1の構成を示すブロック図である。

【0061】光情報処理装置100は、光ヘッド5を備えている。光ヘッド5には、半導体レーザ23が設けられている。半導体レーザ23から出射した光束22は、プリズム24を通り抜けて、集光レンズ13によってコリメートされ、実質的に平行な光束となる。

【0062】集光レンズ13によってコリメートされた光束は、球面収差量補正装置7に設けられた凹レンズおよび凸レンズを通り抜けて、ミラー14によって反射される。ミラー14によって反射された光束は、対物レンズ9によって収束され、光ディスク6に形成された記録面上にスポットを形成し、記録面によって反射される。記録面によって反射された反射光33は、再び対物レンズ9を通り抜け、ミラー14によって反射され、球面収差量補正装置7を通り抜け、集光レンズ13によって絞られる。集光レンズ13によって絞られた反射光33は、プリズム24によって反射され、球面収差量を検出するために設けられたホログラム15とフォーカス位置を検出するために設けられたシリンドリカルレンズ16とを通り抜けて、光検出器17に入射する。

【0063】光検出器17は、入射した反射光33に基づいてヘッド信号を生成しブリアンプ18へ出力する。ブリアンプ18は、光ヘッド5に設けられた光検出器17から出力されたヘッド信号に基づいて、非点収差法に従ってフォーカス誤差信号F Eを生成し加算器25へ出力する。ブリアンプ18はまた、反射光33の内周部分のフォーカス誤差信号と外周部分のフォーカス誤差信号とを個別に検出し、両者の間の差に基づいて球面収差量誤差信号S A Eを生成し加算器26へ出力する。ブリアンプ18はさらに、光ヘッド5から出力されたヘッド信号を増幅して再生信号R Fを生成しジッタ検出器4へ出力する。ジッタ検出器4は、ブリアンプ18から出力された再生信号R Fのジッタを計測して、その結果をジッタ検出信号J Tとして最小ジッタ探索器1へ出力する。

【0064】ここでジッタとは、再生信号における情報遷移の時間的ずれを表す物理量を言う。ジッタは、光ディスクから情報を読み取ったときに誤りが起きる確率を示すエラーレートと密接に関連する。このため、ジッタは光情報処理装置における制御の評価値として用いられる。

【0065】最小ジッタ探索器1は、フォーカス位置探

査器 2 を有している。フォーカス位置探査器 11 は、フォーカス位置を変化させることによってジッタ検出信号 JT の値が最小となるフォーカス位置を探索するために、フォーカス位置補償信号 $\Delta F E$ を生成し加算器 25 へ出力する。

【0066】最小ジッタ探査器 1 には、球面収差量探査器 3 が設けられている。球面収差量探査器 3 は、球面収差量を変化させることによってジッタ検出信号 JT の値が最小となる球面収差量を探索するために、球面収差量補償信号 $\Delta S A E$ を生成し加算器 26 へ出力する。

【0067】加算器 25 は、プリアンプ 18 から出力されたフォーカス誤差信号 F E と、最小ジッタ探査器 1 に設けられたフォーカス位置探査器 11 から出力されたフォーカス位置補償信号 $\Delta F E$ とを加算して、その結果をフォーカス制御器 11 へ出力する。フォーカス制御器 11 は、加算器 25 から出力された加算結果に基づいて、光ヘッド 5 に設けられたフォーカスアクチュエータ 10 へ制御信号を出力する。フォーカスアクチュエータ 10 は、フォーカス制御器 11 から出力された制御信号に基づいて、光ディスク 6 上に収束する光束のフォーカス位置を制御するように、光ディスク 6 に垂直な方向に沿って対物レンズ 9 を駆動する。このようにしてフォーカス制御が実行される。

【0068】加算器 26 は、プリアンプ 18 から出力された球面収差量誤差信号 S A E と球面収差量探査器 3 から出力された球面収差量補償信号 $\Delta S A E$ とを加算して、その結果を球面収差量制御器 12 へ出力する。球面収差量制御器 12 は、加算器 26 から出力された加算結果に基づいて、光ヘッド 5 の球面収差量補正装置 7 に設けられた球面収差量補正アクチュエータ 8 へ制御信号を出力する。球面収差量補正アクチュエータ 8 は、球面収差量制御器 12 から出力された制御信号に基づいて、光ディスク 6 に形成された保護層の厚み誤差に起因して生じる球面収差量を補正するために、球面収差量補正装置 7 に設けられた 2 枚のレンズの間隔を変えて光束の発散度合いを変化させる。

【0069】図 4 は、光情報処理装置 100 におけるフォーカス位置と球面収差量とに対するジッタの特性を示すグラフである。横軸は光ヘッド 5 によって光ディスク 6 へ照射される光束のフォーカス位置を示しており、縦軸は光ディスク 6 に形成された記録面上における光束の球面収差量を示している。同心円状に描かれた複数の楕円によって構成される等高線マップによってジッタの値が示されている。各楕円の外周上においてジッタの値は等しくなっており、各楕円の中心へ近づけば近づくほどジッタの値は小さくなってゆく。従って、各楕円の中心においてジッタの値は最小になる。

【0070】図 4 に示すように、各楕円は、その長軸および短軸が横軸および縦軸に対して傾きを持っている。これは、ジッタに関してフォーカス位置と球面収差量と

が互いに影響を受け合うことを意味する。従って、ジッタを最小にするためには、フォーカス位置と球面収差量とを互いに独立に調整することは望ましくなく、両者を関連付けながら調整しなければならない。即ち、ジッタの値を最小とするにはフォーカス位置と球面収差量との双方を考慮して 2 次的に探索する必要がある。

【0071】最小ジッタ探査器 1 は、このような 2 次元探索を実行するものであって、例えば本実施の形態による光情報処理装置 100 においては、マイクロプロセッサによって構成されている。最小ジッタ探査器 1 をマイクロプロセッサによって構成すると、2 次元探索の方法が多少複雑であってもプログラミングによって簡単に 2 次元探索を実現することができる。

【0072】図 5 は、光情報処理装置 100 による 2 次元探索を説明するためのグラフである。前述した図 4 と同様に、横軸は光束のフォーカス位置を示しており、縦軸は球面収差量を示している。同心円状に描かれた複数の楕円によって構成される等高線マップによってジッタの値が示されている。以下、説明を簡潔にするためにフォーカス位置を X とし、球面収差量を Y とする。

【0073】まず、最小ジッタ探査器 1 に設けられたフォーカス位置探査器 11 は、所定の球面収差量 $Y = Y_1$ の直線上においてフォーカス位置 X を変化させることによってジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_1 を探索する。そして、球面収差量探査器 3 は、フォーカス位置 $X = X_1$ の直線上において球面収差量 Y を変化させることによってジッタの値が最小となる球面収差量 Y_2 を探索する。このようなフォーカス位置探査器 11 によるフォーカス位置 X の探索と球面収差量探査器 3 による球面収差量 Y の探索とを交互に繰り返すことによって、図 5 において描かれたジグザグ形状をした折れ線によって示されるようにジッタの値が低減していき、フォーカス位置探査器 11 によるフォーカス位置 X の探索と球面収差量探査器 3 による球面収差量 Y の探索とのいずれによってもジッタの値がこれ以上減少しない底打ち状態となったときに繰り返し探索を終了する。このようにして、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを得ることができる。

【0074】図 6 は、光情報処理装置 100 による 2 次元探索のための動作を示すフローチャートである。まず、ステップ S1 において、フォーカス位置 X と球面収差量 Y との初期値を設定する。初期値としては、実験、シミュレーション等によって、信号が再生可能な程度にジッタが小さい予め設定された値を用いる。そして、ステップ S2 においてフォーカス位置探査器 11 はフォーカス位置 X を ΔX だけ変化させる。その後、ジッタ検出器 4 はジッタを計測する。次に、ステップ S3 においてフォーカス位置探査器 11 は計測されたジッタの値が最小になったか否かを判定する。ジッタの値が最小になるまでステップ S2 に戻りフォーカス位置探査器 11 によ

ってフォーカス位置 X を変化させる。ジッタが最小になれば（ステップ $S3$ において YES ）、ステップ $S4$ に進む。

【0075】ステップ $S4$ において球面収差量探査器3は球面収差量 Y を ΔY だけ変化させる。そして、ジッタ検出器4はジッタを計測する。その後、ステップ $S5$ において球面収差量探査器3は計測されたジッタの値が最小になったか否かを判定する。ジッタの値が最小になるまでステップ $S4$ に戻り、球面収差量探査器3によって球面収差量 Y を変化させる。ジッタが最小になれば（ステップ $S5$ において YES ）、ステップ $S6$ に進む。

【0076】ステップ $S6$ においては、最小ジッタ探査器1はジッタ最小値が収束したか否かを判定し、収束するまでステップ $S2$ ～ステップ $S5$ が繰り返される。ジッタ最小値が収束したか否かを判定するための収束判定条件としては、ジッタ最小値の変化が予め設定しておいた値以下になること等とすればよい。ジッタ最小値が収束したときに（ステップ $S6$ において YES ）2次元探査が終了する。

【0077】以上のように本実施の形態によれば、光ディスク6へ照射される光束のフォーカス位置と球面収差量とを変化させることによって、ジッタ検出器4によって検出されたジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを最小ジッタ探査器1が探査する。このため、光ディスク6へ照射される光束のフォーカス位置のみならず光ディスク6へ照射される光束の球面収差量に基づいてジッタの値を最適化することができる。その結果、光ヘッド5から出力されるヘッド信号に基づいて再生される再生信号の品質を最適化することができる。光情報処理装置を提供することができる。

【0078】本実施の形態においては、フォーカス位置探査器11によるフォーカス位置の探査と球面収差量探査器3による球面収差量の探査とにおいて、信号品質指標がジッタである例を示したが、本発明はこれに限定されない。信号品質指標は、エラーレート、再生信号の振幅、トラッキング誤差信号の振幅、フォーカス誤差信号の振幅および所定の周波数によってウォブルした情報トラック上に光スポットを走査させることにより得られるウォブル信号の振幅であっても良い。後述する実施の形態においても同様である。

【0079】ジッタ、エラーレートおよび再生信号は、ディスク情報、アドレスおよびデータが記録されているトラックを光ヘッドによって再生することにより得ることができる。また、未記録の光ディスクにおいては、記録信号発生手段である記録信号発生器22（図1）によって生成された試験的な情報を光ヘッド5によって光ディスク6に記録し、記録された試験的な情報を再生することによってジッタ、エラーレートおよび再生信号を得ることができる。

【0080】このとき、球面収差量探査器3においてフ

ォーカス誤差信号の振幅が最大となる球面収差量、かつ、フォーカス位置探査器11においてトラッキング誤差信号の振幅が最大となるフォーカス位置において試験的な情報を記録すれば、よりスポットが絞れた状態で記録することができる。また、記録した試験的な情報は、信号品質指標の値が最適になるフォーカス位置と球面収差量との探査が完了した後で消去すれば良い。或いは、光ディスク6に試験トラックを設けて、その試験トラックに試験的な情報を記録しても良い。

10 【0081】図7は、光情報処理装置100による他の2次元探査を説明するためのグラフである。前述した図5と同様に、横軸は光束のフォーカス位置を示しており、縦軸は球面収差量を示している。同心円状に描かれた複数の楕円によって構成される等高線マップによってジッタの値が示されている。

【0082】まず、最小ジッタ探査器1は、図7に示す5つの点 A_0 、 A_1 、 A_2 、 A_3 および A_4 のうちジッタの値が最小となる点を探査する。点 A_1 、 A_2 、 A_3 および A_4 は、 X 軸方向に沿った一辺の長さが ΔX であり、 Y 軸方向に沿った1辺の長さが ΔY である長方形の頂点をそれぞれ形成している。点 A_0 は、点 A_1 、 A_2 、 A_3 および A_4 によって形成される長方形の中心に位置している。図7に示す等高線マップにおいては、最小ジッタ探査器1によって探査されるジッタの値が最小となる点は、点 A_0 となる。

【0083】次に、最小ジッタ探査器1は、5つの点 A_0 、 B_1 、 B_2 、 B_3 および B_4 のうちジッタの値が最小となる点を探査する。点 B_1 、 B_2 、 B_3 および B_4 は、点 A_0 を中心とする長方形の頂点をそれぞれ形成している。30 点 B_1 、 B_2 、 B_3 および B_4 によって形成される長方形において、 X 軸方向に沿った一辺の長さは ΔX よりも短くなっており、 Y 軸方向に沿った一辺の長さは ΔY よりも短くなっている。図7に示す等高線マップにおいては、最小ジッタ探査器1によって探査されるジッタの値が最小となる点は、点 B_3 となる。

【0084】そして、この探査により求めたジッタが最小になる点 B_3 を中心として、さらに ΔX と ΔY を小さくして前述した探査を繰り返してゆくと、ジッタの値が低減していく。ジッタの値がこれ以上低減しない底打ち状態となったときに繰り返し探査を終了する。このようにして、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを得ることができる。この探査方法は、図5を参照して前述した探査方法よりもジッタの測定点を少なくすることができる。従って、図5を参照して前述した探査方法よりも高速に探査することができる。

【0085】図8は、光情報処理装置100による他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。まず、ステップ $S11$ において、最小ジッタ探査器1はフォーカス位置 X と球面収差量 Y との初期値を設定する。初期値としては、実験、シミュレーション等によっ

て、信号が再生可能な程度にジッタが小さい予め設定された値を用いる。そして、ステップS12において、最小ジッタ探査器1は初期値(X、Y)を中心とする ΔX 、 ΔY の範囲内に含まれる5つの測定点を設定する。次に、ステップS13において、ジッタ検出器4は5つの測定点におけるジッタの値を測定し、最小ジッタ探査器1は5つの測定点のうちジッタが最小となる測定点を探査する。

【0086】その後、ステップS14において、最小ジッタ探査器1はジッタ最小値が収束したか否かを判定する。収束判定条件としては、ジッタ最小値の変化が予め設定しておいた値以下になったとき、5つの測定点におけるジッタの測定値が同じ値になったとき等とすればよい。

【0087】ジッタ最小値が収束していないと判定したときは(ステップS14においてNO)、 ΔX 、 ΔY の値をさらに小さくしてステップS12およびステップS13を繰り返す。ジッタ最小値が収束したと判定したときは(ステップS14においてYES)、2次元探査を終了する。このように、ジッタが最小となるフォーカス位置と球面収差量とを得る2次元探査を実行することで、フォーカス制御と球面収差制御を精度良く行うことが可能となる。

【0088】なお、本実施の形態においては、 ΔX 、 ΔY の範囲に含まれるジッタ測定点を5個とした例を説明したが、本発明はこれに限定されない。ジッタ測定点は、2個以上4個以下であってもよく、6個以上であってもよい。

【0089】以上のように本実施の形態によれば、最小ジッタ探査器1は、フォーカス位置を変数X、球面収差量を変数Yと定義し、変数Xにおける範囲 ΔX 内のn個(nは2以上の整数)の値を X_i (iは1以上n以下の整数)とし、変数Yにおける範囲 ΔY 内のm個(mは2以上の整数)の値を Y_j (jは1以上m以下の整数)としたときに、各々の点(X_i 、 Y_j)におけるジッタの値を比較することによって、ジッタの値が最小となる点(X_a 、 Y_b)を探査し、範囲 ΔX と範囲 ΔY とを小さくしながら点(X_a 、 Y_b)の周りにおいて探査を繰り返す。このため、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを精度良く求めることができる。

【0090】図9は、光情報処理装置100によるさらに他の2次元探査を説明するためのグラフである。前述した図7と同様に、横軸は光束のフォーカス位置を示しており、縦軸は球面収差量を示している。同心円状に描かれた複数の楕円によって構成される等高線マップによってジッタの値が示されている。

【0091】まず、最小ジッタ探査器1は、所定の球面収差量 $Y=Y_1$ の直線上においてフォーカス位置Xを変化させてジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_1 を探査する。次に、最小ジッタ探査器1は、他の所定の球

面収差量 $Y=Y_2$ の直線上においてフォーカス位置Xを変化させてジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_2 を探査する。

【0092】そして、最小ジッタ探査器1は、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線 $Y=(Y_2-Y_1)/(X_2-X_1) \times (X-X_1)+Y_1$ の直線上においてフォーカス位置Xと球面収差量Yとを変化させてジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを探査する。この探査方法は、図7を参照して前述した探査方法よりもジッタの測定点をさらに少なくすることができる。従って、図7を参照して前述した探査方法よりもさらに高速に探査することができる。

【0093】図10は、光情報処理装置100によるさらに他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。まず、ステップS31において、フォーカス位置Xと球面収差量 Y_1 および Y_2 との初期値を設定する。初期値としては、実験、シミュレーション等によって、信号が再生可能な程度にジッタが小さい予め設定された値を用いる。そして、ステップS32において、球面収差量 Y_1 の直線上において、フォーカス位置Xを ΔX だけ変化させてジッタを計測する。次に、ステップS33において、計測したジッタの値が最小であるか否かを判定する。計測したジッタの値が最小でないと判定したときは(ステップS33においてNO)、ジッタの値が最小となるまで、ステップS32に戻りフォーカス位置Xを変化させる。計測したジッタの値が最小であると判定したときは(ステップS33においてYES)、ステップS34に進む。

【0094】そして、ステップS34において、球面収差量 Y_2 の直線上において、フォーカス位置Xを ΔX だけ変化させてジッタを計測する。次に、ステップS35において、計測したジッタの値が最小であるか否かを判定する。計測したジッタの値が最小でないと判定したときは(ステップS35においてNO)、ジッタの値が最小となるまで、ステップS34に戻りフォーカス位置Xを変化させる。計測したジッタの値が最小であると判定したときは(ステップS35においてYES)、ステップS36に進む。

【0095】その後、ステップS36において、フォーカス位置Xを ΔX だけ変化させ、球面収差量Yは、点(X_1 、 Y_1)と点(X_2 、 Y_2)とを結ぶ直線を表す式 $Y=(Y_2-Y_1)/(X_2-X_1) \times (X-X_1)+Y_1$ にXを代入して得られる値として、ジッタを計測する。そして、ステップS37において、計測したジッタの値が最小になったか否かを判定する。計測したジッタの値が最小でないと判定したときは(ステップS37においてNO)、ジッタの値が最小となるまで、ステップS36に戻りフォーカス位置Xおよび球面収差量Yを変化させる。計測したジッタの値が最小であると判定したときは(ステップS37においてYES)、2次元探査を終了

する。

【0096】以上のように本実施の形態によれば、最小ジッタ探査器1は、フォーカス位置を変数 X 、球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_1 においてフォーカス位置 X を変化させることによって、ジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_1 を探査し、所定の球面収差量 Y_2 においてフォーカス位置 X を変化させることによって、ジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_2 を探査し、点 (X_1, Y_1) と点 (X_2, Y_2) とを結ぶ直線 $Y = (Y_2 - Y_1) / (X_2 - X_1) \times (X - X_1) + Y_1$ の上においてフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させることによって、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを探査する。このため、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを精度良く高速に求めることができる。

【0097】なお、所定の球面収差量 $Y = Y_1$ および $Y = Y_2$ のもとでフォーカス位置 X の探査を行ったが、所定のフォーカス位置 $X = X_1$ および $X = X_2$ のもとで球面収差量 Y の探査を行って、上述と同様な探査を実行しても良いことは言うまでもない。

【0098】図11は、光情報処理装置100によるさらに他の2次元探査を説明するためのグラフである。まず、最小ジッタ探査器1は、所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ の直線上においてフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させてジッタの値が最小となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探査する。次に、最小ジッタ探査器1は、点 (X_1, Y_1) を通る傾き $-1/a$ の直線 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ の直線上においてフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させてジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを探査する。

【0099】傾き a は、開口数、波長、記録方式に応じて決定される。傾き a を $0.1 \lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以上、 $0.3 \lambda \text{ rms} / \mu\text{m}$ 以下(λ は光の波長)の値に設定すると、開口数 $NA 0.85$ を有しており、波長 390 ナノメートル以上 420 ナノメートル以下の光を光ディスクへ照射する光ヘッドを用いる時に有効である。

【0100】この探査方法は、ジッタ特性を表す等高線マップを構成する各楕円の長軸および短軸が X 軸および Y 軸に対してある傾きをそれぞれ有していることを利用したものであり、図9を参照して前述した探査方法よりも、ジッタの測定点をさらに少なくすることができる。従って、図9を参照して前述した探査方法よりもさらに高速に探査することができる。

【0101】図12は、光情報処理装置100によるさらに他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。まず、ステップS41において、傾き a および球面収差量 Y_0 の初期値を設定する。初期値としては、実験、シミュレーション等によって、信号が再生可能な程度にジッタが小さい予め設定された値を用いる。そし

て、ステップS42において、フォーカス位置 X を ΔX だけ変化させ、球面収差量 Y は、式 $Y = aX + Y_0$ に X を代入して得られる値とし、ジッタを計測する。

【0102】次に、ステップS43において、計測したジッタの値が最小であるか否かを判定する。計測したジッタの値が最小でないと判定したときは(ステップS43においてNO)、ジッタの値が最小となるまで、ステップS42に戻りフォーカス位置 X および球面収差量 Y を変化させる。計測したジッタの値が最小になったと判定したときは(ステップS43においてYES)、ステップS44に進む。

【0103】そして、ステップS44において、フォーカス位置 X を ΔX だけ変化させ、球面収差量 Y は、式 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ に X を代入して得られる値とし、ジッタを計測する。次に、ステップS45において、計測したジッタの値が最小になったか否かを判定する。計測したジッタの値が最小になっていないと判定したときは(ステップS45においてNO)、ジッタの値が最小となるまで、ステップS44に戻りフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させる。計測したジッタの値が最小になったと判定したときは(ステップS45においてYES)、2次元探査を終了する。

【0104】以上のように本実施の形態によれば、最小ジッタ探査器1は、フォーカス位置を変数 X 、球面収差量を変数 Y と定義したときに、所定の球面収差量 Y_0 を通る傾き a の直線 $Y = aX + Y_0$ なる直線上においてフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させることによって、ジッタの値が最適となるフォーカス位置 X_1 と球面収差量 Y_1 とを探査し、点 (X_1, Y_1) を通る傾き $-1/a$ の直線 $Y = -(X - X_1) / a + Y_1$ なる直線上においてフォーカス位置 X と球面収差量 Y とを変化させることによって、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを探査する。このため、ジッタの値が最小となるフォーカス位置と球面収差量とを精度良く高速に求めることができる。

【0105】なお、前述した実施の形態においては、光ヘッド5の球面収差量補正装置7に設けられた2枚のレンズの間の間隔を変化させることによって球面収差量を補正する例を示したが、本発明はこれに限定されない。液晶素子によって球面収差量を補正してもよい。

【0106】図13は本実施の形態に係る光情報処理装置100に設けられた他の光ヘッド5Aの構成を説明するためのブロック図であり、図14は他の光ヘッド5Aに設けられた液晶素子31の正面図である。図2を参照して前述した光ヘッド5の構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付している。従って、これらの構成要素の詳細な説明は省略する。前述した光ヘッド5と異なる点は、球面収差量補正装置7の替わりに液晶素子31を備えている点である。液晶素子31に設けられた電極は、図14に示すように、複数の同心円によって複数

の領域に分割されている。各領域にそれぞれ設けられた電極にそれぞれ印加される電圧を調整して、液晶素子31を透過する光の位相差を加減することによって球面収差量を補正することができる。

【0107】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、光ディスクから再生した再生信号の品質が良好な光情報処理装置および光情報処理方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施の形態に係る光情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本実施の形態に係る光情報処理装置に設けられた光ヘッドの構成を説明するためのブロック図である。

【図3】本実施の形態に係る光情報処理装置に設けられた最小ジッタ探査器の構成を示すブロック図である。

【図4】本実施の形態に係る光情報処理装置におけるフォーカス位置と球面収差量とに対するジッタの特性を示すグラフである。

【図5】本実施の形態に係る光情報処理装置による2次元探査を説明するためのグラフである。

【図6】本実施の形態に係る光情報処理装置による2次元探査のための動作を示すフローチャートである。

【図7】本実施の形態に係る光情報処理装置による他の2次元探査を説明するためのグラフである。

【図8】本実施の形態に係る光情報処理装置による他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。

【図9】本実施の形態に係る光情報処理装置によるさらに他の2次元探査を説明するためのグラフである。

【図10】本実施の形態に係る光情報処理装置によるさらに他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。

【図11】本実施の形態に係る光情報処理装置によるさらに他の2次元探査を説明するためのグラフである。

【図12】本実施の形態に係る光情報処理装置によるさ*

＊らに他の2次元探査のための動作を示すフローチャートである。

【図13】本実施の形態に係る光情報処理装置に設けられた他の光ヘッドの構成を説明するためのブロック図である。

【図14】本実施の形態に係る他の光ヘッドに設けられた液晶素子の正面図である。

【図15】従来の光情報処理装置の構成を示すブロック図である。

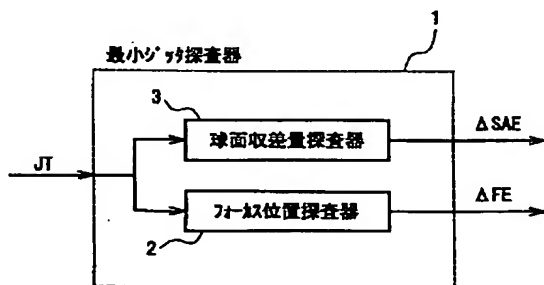
【図16】従来の光情報処理装置に設けられた光ヘッドの構成を説明するためのブロック図である。

【図17】(a)～(c)は、波面収差と光束の中心からの距離との間の関係を示すグラフである。

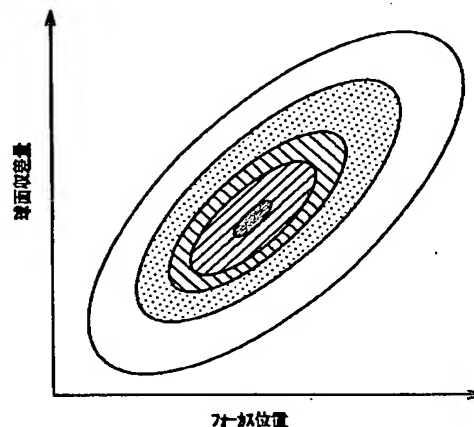
【符号の説明】

- 1 最小ジッタ探査器
- 2 フォーカス位置探査器
- 3 球面収差量探査器
- 4 ジッタ検出器
- 5 光ヘッド
- 6 光ディスク
- 7 球面収差量補正装置
- 8 球面収差量補正アクチュエータ
- 9 対物レンズ
- 10 フォーカスアクチュエータ
- 11 フォーカス制御器
- 12 球面収差量制御器
- 13 集光レンズ
- 14 ミラー
- 15 ホログラム
- 16 シリンダリカルレンズ
- 17 光検出器
- 18 プリアンプ
- 25、26 加算器

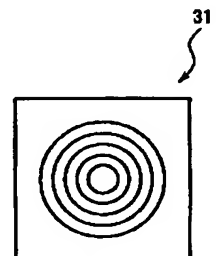
【図3】



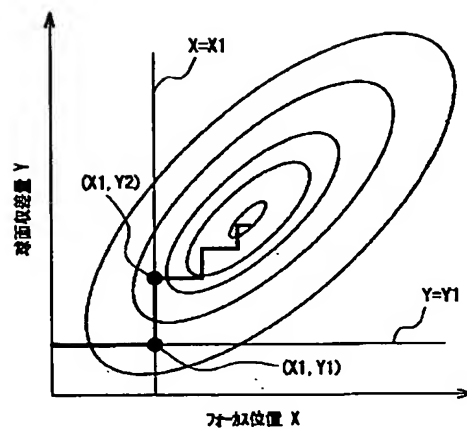
【図4】



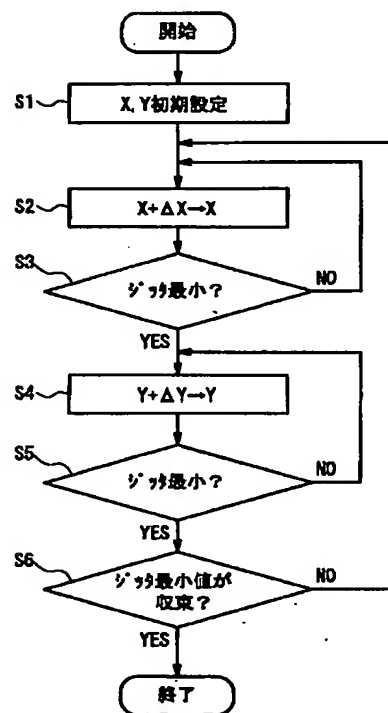
【図14】



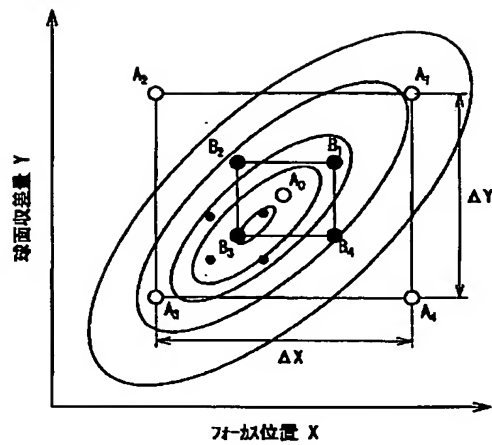
【図5】



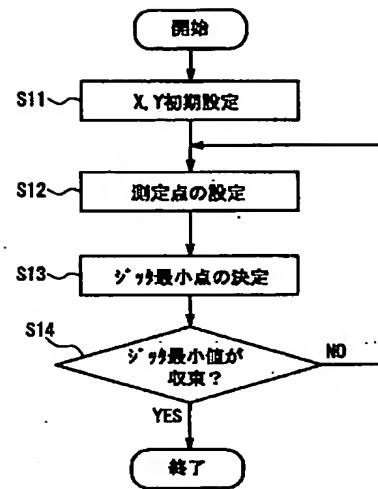
【図6】



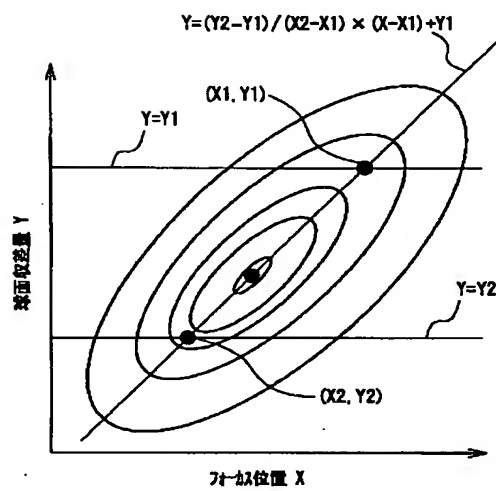
【図7】



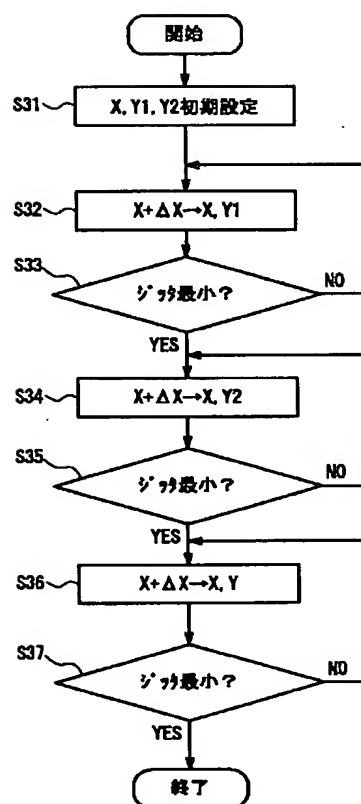
【図8】



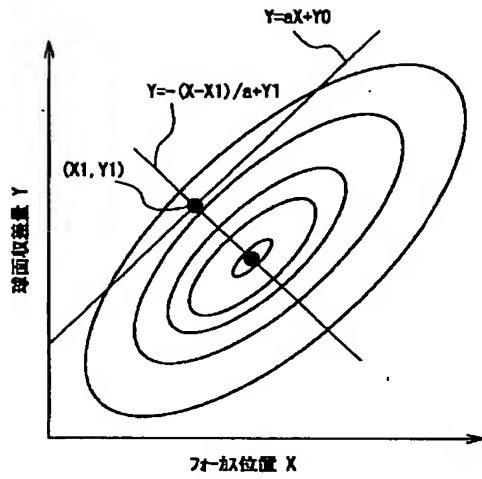
【図9】



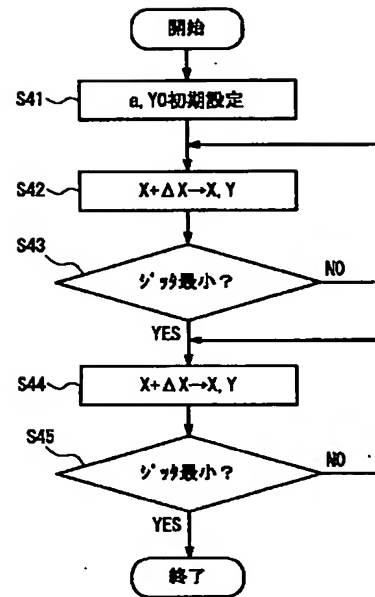
【図10】



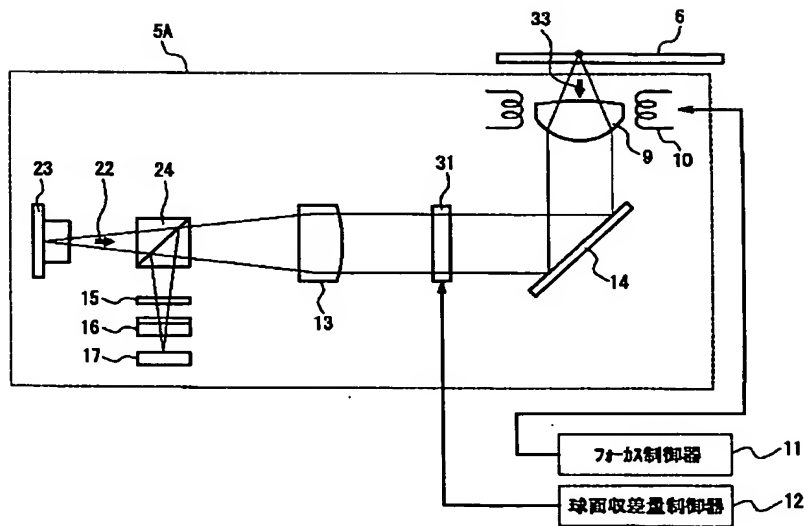
【図11】



【図12】



【図13】



The diagram illustrates a radio receiver system (90) with the following components and signal flow:

- Optical Input (6):** Labeled "光入力" (Optical Input).
- Optical Head (5):** Labeled "光ヘッド" (Optical Head).
- Frequency Controller (11):** Labeled "フーリャ制御器" (Frequency Controller).
- Spherical Receiver Gain Controller (12):** Labeled "球面収容量制御器" (Spherical Capacity Controller).
- Antenna (18):** Labeled "アンテナ" (Antenna).
- SAE (Signal Amplitude Error) Path:**
 - Signal from the antenna (18) passes through switch 27 to the SAE input.
 - Signal from the frequency controller (11) passes through switch 28 to the SAE input.
 - The SAE signal is summed at junction 26 (+).
 - The output of junction 26 is summed at junction 25 (+).
- FE (Frequency Error) Path:**
 - Signal from the antenna (18) passes through switch 28 to the FE input.
 - The FE signal is processed by the **Signal Amplitude Detector (20)** and the **Amplitude Maximum Detector (21)**.
 - The output of the amplitude maximum detector (21) is summed at junction 25 (+).
- RF (Radio Frequency) Path:**
 - Signal from the antenna (18) passes through switch 28 to the RF input.
 - The RF signal is processed by the **Signal Detector (4)** and the **Minimum Signal Detector (91)**.
 - The output of the minimum signal detector (91) is summed at junction 25 (+).

Figure 1 is a schematic diagram of an optical system 5. The system includes a light source 123, a lens 122, a beam splitter 124, a lens 13, a variable optical element 7, a lens 10, a mirror 14, and a detector 33. The variable optical element 7 contains two coils, 8 and 9. The system is controlled by a microcontroller 11 and a spherical aberration controller 12, which are connected to the coils 8 and 9.

(a)

波面収差

0

0

光束の中心からの距離

(b)

波面収差

0

0

球面収差を $20m\lambda$ 付与

光束の中心からの距離

(c)

波面収差

0

0

球面収差を $-20m\lambda$ 付与

光束の中心からの距離

フロントページの続き

(72)発明者 佐野 晃正

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 久世 雄一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

F ターム(参考) 2H051 AA14 CD12 CD29 CD30

5D118 AA14 CA11 CD02 CD06 CF10

5D789 AA09 BA01 EA03 EC01 JA09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.